

Análisis termográfico de los tableros eléctricos y motores de la Empresa Avipag.

Thermographic analysis of electrical panels and motors in the Company Avipag.

Dayana Nohely López Loor, Jonathan Esteven Quezada Morales & Clemente Isidro Alarcón Arévalo.

**CIENCIA E INNOVACIÓN EN
DIVERSAS DISCIPLINAS
CIENTÍFICAS.**

Enero - junio, V°6-N°1; 2025

Recibido: 19-06-2025

Aceptado: 25-06-2025

Publicado: 30-06-2025

PAIS

- Ecuador, Santo Domingo
- Ecuador, Santo Domingo
- Ecuador, Santo Domingo

INSTITUCION

- Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila.
- Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila.
- Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila.

CORREO:

- ✉ dayanalopezloor@tsachila.edu.ec
- ✉ jonathanquezadamorales@tsachila.edu.ec
- ✉ clementealarcon@tsachila.edu.ec

ORCID:

- 🌐 <https://orcid.org/0009-0008-0413-7545>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0008-3554-1567>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0002-7502-7120>

FORMATO DE CITA APA.

López, D., Quezada, J. & Alarcón, C. (2025). Análisis termográfico de los tableros eléctricos y motores de la Empresa Avipag. *Revista G-ner@ndo*, V°6 (N°1), 6477 – 6493.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo aplicar la termografía infrarroja como técnica predictiva para evaluar el estado térmico de tableros eléctricos y motores en la empresa avícola AVIPAG, ubicada en Santo Domingo, Ecuador. Estos componentes resultan críticos para los procesos de ventilación, iluminación y alimentación automatizada, por lo que su supervisión térmica es esencial para garantizar la continuidad operativa. Se llevaron a cabo inspecciones termográficas utilizando una cámara SATIR T256 y el software SatlrWizard, detectándose 21 anomalías térmicas en tableros y 11 en motores. La mayoría de los casos presentaron niveles de severidad térmica leves o moderados; sin embargo, también se identificaron condiciones severas en un tablero y en dos motores, lo que permitió priorizar acciones correctivas. Las principales fallas incluyeron conexiones flojas, falsos contactos, sobrecargas y conductores mal dimensionados. El análisis termográfico facilitó la elaboración de informes técnicos con imágenes térmicas, diagnóstico detallado y recomendaciones para el mantenimiento preventivo, contribuyendo a la planificación eficiente de intervenciones. Se concluye que la termografía infrarroja es una herramienta efectiva para reducir fallos imprevistos, mejorar la eficiencia energética y reforzar la seguridad eléctrica en instalaciones agroindustriales.

Palabras clave: termografía infrarroja, AVIPAG, mantenimiento predictivo, análisis térmico, motores eléctricos.

Abstract

This study aimed to apply infrared thermography as a predictive technique to evaluate the thermal condition of electrical panels and motors at the poultry company AVIPAG, located in Santo Domingo, Ecuador. These components are critical in ventilation, lighting, and automated feeding processes, making thermal supervision essential to ensure operational continuity. Thermographic inspections were carried out using a SATIR T256 infrared camera and the SatlrWizard software, detecting 21 thermal anomalies in panels and 11 in motors. Most anomalies were of mild or moderate severity; however, one panel and two motors exhibited severe thermal conditions, allowing for the prioritization of corrective actions. The main failures identified included loose connections, false contacts, overloads, and undersized conductors. Thermographic analysis enabled the creation of technical reports with thermal images, detailed diagnostics, and maintenance recommendations, supporting the development of a preventive maintenance plan based on thermal criticality. It is concluded that infrared thermography is an effective tool to reduce unforeseen failures, improve energy efficiency, and enhance electrical safety in agro-industrial environments.

Keywords: infrared thermography, AVIPAG, predictive maintenance, thermal analysis, electric motors.

Introducción

La termografía infrarroja (IRT) esta técnica no invasiva ha mostrado eficacia en la detección de fallos en motores eléctricos mediante la identificación de hotspots en imágenes térmicas (Calderon Uribe et al., 2024; Resendiz Ochoa et al., 2024).

Estudios recientes han destacado su utilidad en la evaluación térmica de motores y tableros eléctricos en entornos industriales y agroindustriales, logrando reducir fallas imprevistas y mejorar la eficiencia energética (Venegas et al., 2022; Villalba Paniagua, 2020). En el caso de empresas avícolas como AVIPAG, donde la continuidad operativa depende de sistemas automatizados de alimentación y ventilación, el monitoreo térmico oportuno es clave para evitar paros de producción costosos (Castañeda & Pilatasig, 2024).

Esta tecnología se basa en la ciencia que detecta la energía infrarroja emitida por un objeto, la convierte en una temperatura aparente y la presenta como una imagen infrarroja. Literalmente, la termografía infrarroja (IRT) significa "más allá del rojo" (infrarrojo) y "imagen de temperatura" (termografía). (Carrion-Jaura et al., 2022)

Esta tecnología permite detectar defectos invisibles de manera no destructiva. A diferencia de los métodos tradicionales, la termografía infrarroja se aplica en campos como la medicina, sistemas energéticos y la construcción. También tiene aplicaciones en la inspección de vehículos no tripulados, donde se utilizan cámaras termográficas para revisar líneas eléctricas, tuberías, edificios, entre otros. Adicionalmente la termografía ha sido utilizada para detectar y cuantificar las pérdidas de calor en calderas de vapor, estos datos han permitido identificar áreas con aislamiento deficiente, donde se ha podido visualizar claramente las zonas con fugas de calor y así realizar las acciones correctivas correspondientes. (Sociedad et al., 2021).

La termografía ha sido utilizada en diversos ámbitos, como es la ingeniería de materiales en la que se ha utilizado para mostrar la temperatura en procesos de deformación de materiales metálicos. Esos hallazgos han determinado que la termografía es de gran utilidad para el monitoreo, análisis de la deformación y la fractura en materiales metálicos. (Cangussu et al., 2021).

En el campo de la construcción, la termografía se ha convertido en una herramienta esencial. Esta técnica ayuda a identificar fugas en ventanas, pérdidas de calor en sistemas de aire acondicionado y a evaluar el estado de los paneles solares en los edificios. Detectar estos problemas de manera temprana permite localizar áreas problemáticas y optimizar el uso de recursos energéticos, lo que mejora la eficiencia y el rendimiento de los sistemas constructivos. (Aldana-Rodríguez & Lozano-Tafur, 2024)

El análisis termográfico se ha convertido en una herramienta clave para identificar puntos calientes en los circuitos eléctricos, lo que permite tomar medidas preventivas antes de que surjan problemas graves. Invertir en mantenimiento preventivo no solo prolonga la vida útil de los equipos, sino que también ayuda a reducir costos a largo plazo al evitar reparaciones costosas y tiempos de inactividad inesperados. Los análisis termográficos facilitan la detección temprana de problemas eléctricos, como conexiones sueltas, sobrecalentamiento de componentes o desgaste excesivo. Al abordar estas cuestiones de manera proactiva, se pueden prevenir fallas o daños mayores en los tableros eléctricos, asegurando así una operación segura y eficiente de las instalaciones eléctricas. (Qu et al., 2020)

Los tableros eléctricos son fundamentales en la industria, ya que se encargan de distribuir energía a diversos equipos y áreas. Cualquier falla en estos sistemas puede resultar en incendios, interrupciones en la producción, daños a los equipos y riesgos para el personal. Un análisis termográfico realizado a tiempo ofrece información valiosa sobre posibles fallas en la red

eléctrica, lo que ayuda a prevenir gastos adicionales en la producción y asegura la seguridad y eficiencia operativa. (Azevedo et al., 2024)

En nuestro país existen normativas y reglas que definen un estándar base que regulan la funcionalidad y eficacia del mantenimiento dentro de las áreas industriales, enfocándose en la funcionalidad del sistema eléctrico y a su vez del mantenimiento de las diferentes maquinas que se utilizan en el sector industrial. La falta de mantenimiento eléctrico en las industrias puede ocasionar accidentes a los empleados y al mismo tiempo sanciones legales, La empresa AVIPAG tiene la predisposición de implementar de forma periódica el mantenimiento predictivo mediante análisis termográfico, debido a su fácil aplicación y efectividad.

Métodos y Materiales

Para la realización del presente estudio se emplearon una serie de herramientas especializadas en diagnóstico térmico, entre las cuales destacan: una cámara termográfica SATIR modelo T256, una pinza amperimétrica, destornilladores dieléctricos y equipos de protección personal. Estas herramientas fueron utilizadas para llevar a cabo las inspecciones térmicas y visuales de los tableros eléctricos y motores trifásicos ubicados en las instalaciones de la empresa AVIPAG, en Santo Domingo, Ecuador

Además, se utilizó el software SatlrWizard para el procesamiento y análisis de las imágenes térmicas capturadas, permitiendo evaluar la severidad de las anomalías detectadas y emitir recomendaciones técnicas adecuadas.

El procesamiento automático de imágenes termográficas mediante redes neuronales ha demostrado una alta precisión en la clasificación de condiciones de falla (Pérez et al., 2021).

El uso combinado de análisis térmico y técnicas predictivas, como la formulación de redes neuronales y sensores IoT, ha mostrado una mejora significativa en el mantenimiento proactivo (Chevtchenko et al., 2023).

Figura 1.

Cámara Termográfica SATYR T256.

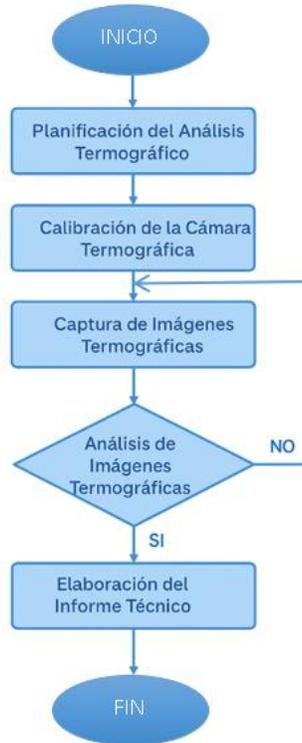


Nota: Elaboración propia

A continuación, se presenta el flujo metodológico general seguido durante la investigación:

Figura 2.

Diagrama de flujo de la metodología del trabajo



Nota: Elaboración propia

Planificación del análisis termográfico

Durante esta etapa se definieron los objetivos del diagnóstico, se seleccionaron las zonas críticas dentro de la granja, se verificó el etiquetado de los tableros eléctricos y se revisaron los registros históricos de mantenimiento. Esta planificación permitió enfocar los recursos en equipos con mayor riesgo térmico

Calibración de la Cámara Termográfica

Antes de iniciar el análisis, se calibró la cámara termográfica SATIR T256 para garantizar lecturas precisas y confiables. Esta calibración incluyó el ajuste de parámetros ambientales

propios de la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas: una emisividad de 0.95 (adecuada para superficies metálicas pintadas como las de los tableros eléctricos), una distancia de 1 metro entre la cámara y el objeto, y la medición de la temperatura ambiente y la humedad relativa con instrumentos complementarios. Estas condiciones fueron fundamentales para obtener imágenes térmicas precisas y comparables durante todo el proceso, siguiendo recomendaciones establecidas por fabricantes como FLIR y Fluke, quienes definen parámetros de calibración en función del tipo de superficie, distancia, emisividad y condiciones ambientales (FLIR Systems, s.f.; IEEE, 2018)

Captura de Imágenes Termográficas

Las inspecciones se realizaron sin interrumpir el funcionamiento de los equipos, permitiendo capturar el comportamiento térmico bajo condiciones operativas reales. Además de la captura de imágenes infrarrojas, se realizó una inspección visual detallada de cada tablero y motor, considerando el estado físico de los conductores, la ventilación disponible, la acumulación de polvo y la calidad del aislamiento. Estas observaciones facilitaron la interpretación contextual de las imágenes y el diagnóstico preliminar de las fallas.

Figura 3.

Captura de imágenes termográficas en la empresa AVIPAG



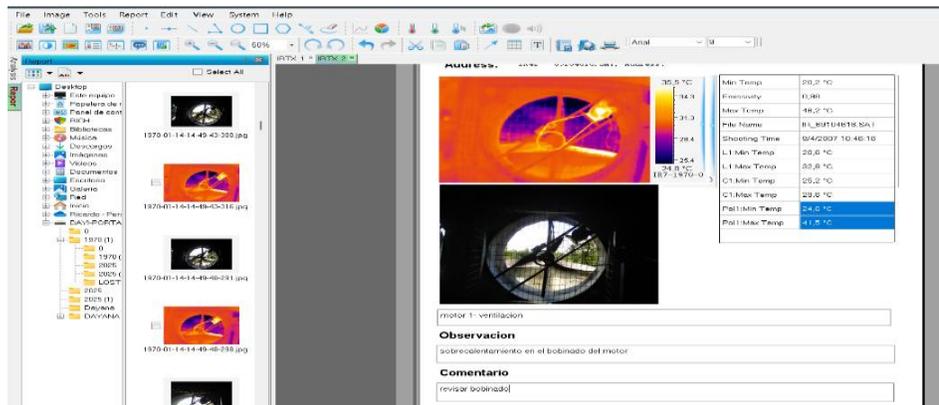
Nota: Elaboración propia

Análisis Termográfico

Para clasificar las anomalías detectadas se utilizaron tablas de tolerancia térmica basadas en incrementos de temperatura (ΔT), conforme a estándares de monitoreo por condición establecidos en la norma ISO 18434-1:2008 y guías técnicas de Fluke Corporation (2021). Estas tablas permiten diferenciar entre condiciones leves, medias, severas o críticas, según el nivel de riesgo operativo.

Figura 4.

Análisis Termográfico en software SATYR REPORT.



Los hallazgos fueron documentados en informes termográficos que incluyeron: imágenes visibles e infrarrojas, escalas térmicas, valores máximos y mínimos de temperatura, ubicación de los puntos críticos y diagnósticos técnicos. Además, se integraron recomendaciones específicas para corregir los problemas detectados y prevenir futuras fallas, como el reemplazo de conductores, ajustes de conexiones, mejoras en ventilación o planificación de mantenimientos correctivos. Estos informes representan una base objetiva para la toma de decisiones técnicas en la gestión del mantenimiento predictivo de la empresa AVIPAG.

Figura 5.

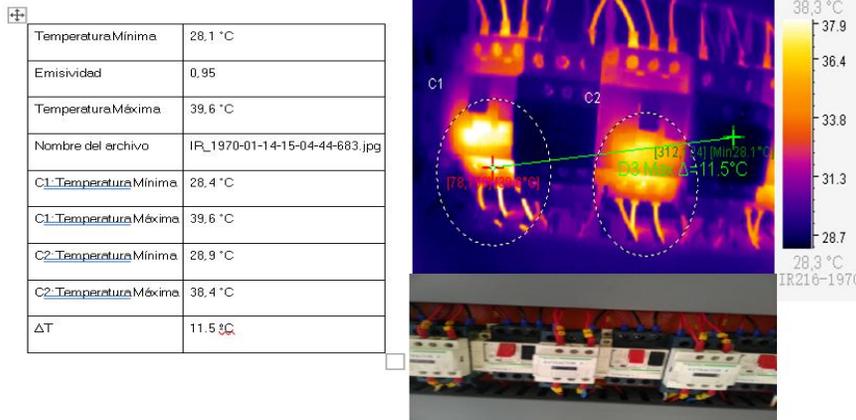
Reporte Termográfico.

EMPRESA: AVIPAG S.A.

UBICACIÓN: BLOQUE 1 TABLERO PRINCIPAL

EQUIPO: GUARDAMOTOR DE EXTRACTORES DE AIRE 3 Y 4

RESPONSABLES: DAYANA LÓPEZ Y JONATHAN QUEZADA



Nota: Elaboración propia

Análisis de resultados

El análisis termográfico llevado a cabo en las instalaciones de la empresa AVIPAG permitió identificar anomalías térmicas en tableros eléctricos y motores trifásicos utilizados en los procesos de alimentación, ventilación e iluminación de los galpones. Estas inspecciones se realizaron con equipos en funcionamiento, lo cual permitió captar el comportamiento térmico real bajo condiciones operativas normales. Las anomalías detectadas fueron clasificadas en niveles de severidad: leve, medio y severo, de acuerdo con la diferencia de temperatura y la localización del punto caliente

Resultados del análisis termográfico en tableros eléctricos

Se realizaron 21 inspecciones termográficas en los tableros eléctricos, utilizando una cámara infrarroja SATIR y el software SatIrWizard. Como resultado, se obtuvo el siguiente desglose:

- 12 tableros (61.9%) presentaron anomalías de nivel leve, con temperaturas moderadas que requieren seguimiento.
- 8 tableros (38.1%) presentaron condiciones de nivel medio, que indican la presencia de sobrecargas, falso contacto, mala conexión o cables mal dimensionados.
- Solo 1 tablero (4.8%) presentó una condición severa, que requiere intervención inmediata para prevenir fallas críticas.
- No se detectaron anomalías clasificadas como críticas ni extremas.

Tabla 1.

Resultados termográficos en tableros eléctricos de AVIPAG.

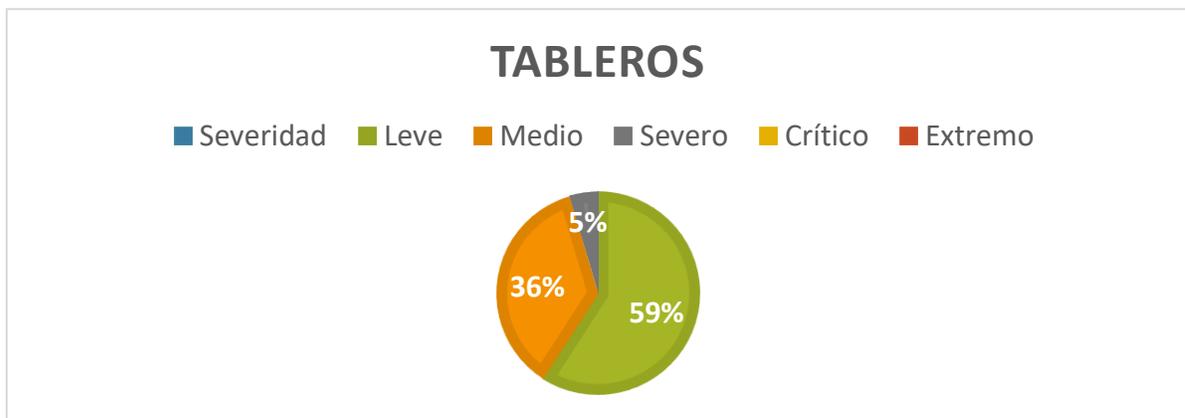
TABLA DE RESULTADOS DE LOS TABLEROS						
EQUIPO	TERMOGRAFIA #	LEVE	MEDIO	SEVERO	CRITICO	EXTREMO
GUARDAMOTOR DE ALIMENTADORES DEL GALPON 1	1	X				
LUZ PILOTO	2		X			
PORTAFUSIBLE	3		X			
GUARDAMOTOR DE EXTRACTORES DE AIRE 1	4	X				
GUARDAMOTOR DE EXTRACTORES DE AIRE 2 Y 3	5	X				
GUARDAMOTOR DE EXTRACTORES DE AIRE 4 Y 5	6	X				
GUARDAMOTOR DE EXTRACTORES DE AIRE 3 Y 4	7	X				
GUARDAMOTOR DE EXTRACTORES DE AIRE	8			X		
CONTACTOR DEL ALIMENTADOR	9		X			
BREAKER CAJA MOLDEADA	10	X				
CONTACTOR	11		X			
BREAKER CON BLOQUEO MANUAL	12	X				
INTERRUPTOR CAJA MOLDEADA	13	X				

TERMINALES DE CAJA MOLDEADA	14	X				
INTERRUPTOR CAJA MOLDEADA	15	X				
CONDUCTOR	16			X		
TERMINALES	17			X		
TERMINALES	18			X		
CONDUCTOR DEL BREAKER	19	X				
TERMINALES DE CAJA MOLDEADA	20	X				
TERMINAL DE BREAKER	21			X		
TOTAL		12	8	1	0	0

Nota: Elaboración propia.

Figura 6.

Resultados del Análisis Termográfico en los tableros de AVIPAG



Nota: Elaboración propia

Resultados del análisis en motores trifásicos

Se inspeccionaron un total de 11 motores trifásicos distribuidos en los galpones de la empresa. Estos motores son fundamentales para el funcionamiento de extractores, ventiladores y alimentadores automáticos. Los resultados del análisis térmico fueron:

- 8 motores con condición térmica leve
- 2 motores con condición térmica media

- 1 motor con condición severa
- 0 motores con condición crítica o extrema.

Tabla 2.

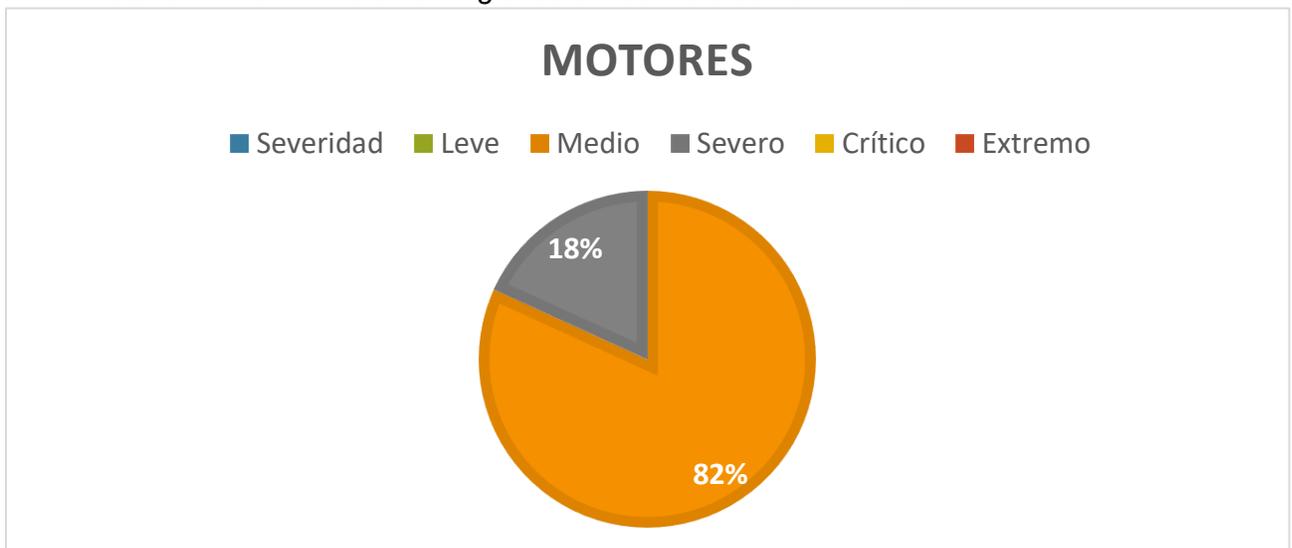
Resultados termográficos en motores trifásicos de AVIPAG

TABLA DE RESULTADOS DE LOS MOTORES						
EQUIPO	TERMOGRAFIA #	LEVE	MEDIO	SEVERO	CRITICO	EXTREMO
MOTOR DE EXTRACTORES DE AIRE 1	22		X			
MOTOR DE EXTRACTORES DE AIRE 2	23		X			
MOTOR DE EXTRACTORES DE AIRE 3	24		X			
MOTOR DE EXTRACTORES DE AIRE 4	25		X			
MOTOR DE EXTRACTORES DE AIRE 5	26		X			
MOTOR DE EXTRACTORES DE AIRE 1	27		X			
MOTOR DE EXTRACTORES DE AIRE 2	28		X			
MOTOR DE EXTRACTORES DE AIRE 3	29		X			
MOTOR DE EXTRACTORES DE AIRE 4	30			X		
MOTOR DE EXTRACTORES DE AIRE 5	31			X		
MOTOR DE EXTRACTORES DE AIRE 6	32		X			
	TOTAL	0	9	2	0	0

Nota: Autoría propia

Figura 7.

Resultados del Análisis Termográfico en los motores de AVIPAG



Nota: Elaboración propia.

Las fallas detectadas incluyeron sobrecalentamiento en carcasa, cabezal o terminales, generadas principalmente por deficiencias en el sistema de ventilación y exceso de carga. La acumulación de polvo, suciedad y deficiencias de ventilación en motores eléctricos puede afectar su disipación térmica, elevando la temperatura y reduciendo su vida útil. Esta condición fue observada en motores de AVIPAG, donde algunos equipos registraron temperaturas superiores a 80 °C, superando los límites seguros para operación continua (Infraspeak, 2024; Loya, 2020).

Conclusiones

La efectividad de la termografía infrarroja ha sido ampliamente documentada en contextos industriales por su capacidad para reducir fallas inesperadas hasta en un 55 % mediante el mantenimiento predictivo (Fluke Corporation, 2021)

El presente análisis termográfico realizado en los tableros eléctricos y motores trifásicos de la empresa AVIPAG permitió identificar y clasificar anomalías térmicas que, de no ser atendidas oportunamente, podrían generar fallas críticas en el sistema eléctrico. A través de la utilización de una cámara SATIR T256 y el software SatlrWizard, se detectaron un total de 21 fallas en tableros eléctricos y 11 en motores, con niveles de severidad que van desde leve hasta severo.

Las principales causas detectadas estuvieron relacionadas con conexiones flojas, desequilibrio de cargas, sobrecalentamiento de conductores, terminales mal colocados o inexistentes, y deficiencias en la ventilación de los motores. Este diagnóstico ha permitido a la empresa disponer de una base técnica confiable para planificar acciones de mantenimiento preventivo y correctivo, contribuyendo así a la continuidad operativa, la seguridad del personal y la eficiencia energética de sus procesos productivos.

La termografía con modelos de aprendizaje automático se posiciona como una herramienta robusta para identificar fallos antes de que causen paradas no planificadas (Osornio Rios et al., 2021).

Finalmente, se concluye que la termografía infrarroja es una herramienta eficaz, no invasiva y de alto valor técnico para el monitoreo y mantenimiento predictivo de instalaciones eléctricas en el sector agroindustrial. Su aplicación periódica puede evitar fallas costosas, reducir riesgos eléctricos y optimizar la vida útil de los activos eléctricos de la empresa.

Referencias bibliográficas

- Aldana-Rodríguez, J., & Lozano-Tafur, E. (2024). Thermographic evaluation of energy losses in residential buildings in tropical zones. *Revista de Energía y Construcción*, 12(1), 67–78.
- Azevedo, A., Costa, A., & Cunha, J. (2024). Thermographic inspection in agroindustrial facilities: Risk analysis and maintenance optimization. *Revista de Ingeniería Industrial*, 38(1), 45–58.
- Calderon-Uribe, U., Lizarraga-Morales, R. A., & Guryev, I. V. (2024). Fault diagnosis in induction motors through infrared thermal images using convolutional neural network feature extraction. *Machines*, 12(8), 497. <https://doi.org/10.3390/machines12080497>
- Cangussu, D., Ferreira, P., & Silva, M. (2021). Infrared thermography for structural damage monitoring in metallic components. *Journal of Materials Engineering*, 15(4), 202–210.
- Carrion-Jaura, R., López, C., & Rodríguez, F. (2022). Aplicaciones de la termografía infrarroja en procesos industriales. *Revista Ciencia & Tecnología*, 10(2), 115–123.
- Castañeda, D., & Pilatasig, J. (2024). Análisis termográfico de los tableros eléctricos de la empresa Siexpal [Trabajo de titulación, Instituto Superior Tecnológico Tsáchila].
- Chevtchenko, S. F., dos Santos, M. C. M., Vieira, D. M., et al. (2023). Predictive maintenance model based on anomaly detection in induction motors: A machine learning approach using real-time IoT data. *arXiv preprint*. <https://arxiv.org/abs/2301.10354>
- FLIR Systems. (s.f.). Infrared camera inspection guide. Recuperado de <https://www.flir.com>
- Huda, A., & Taib, S. (2020). A machine learning framework to identify the hotspot in photovoltaic module using infrared thermography. *Solar Energy*, 208, 643–651. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.10.059>
- IEEE. (2018). IEEE Std 980-2018 - Guide for infrared thermography of electrical equipment and systems. Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- International Organization for Standardization. (2008). ISO 18434-1:2008 - Condition monitoring and diagnostics of machines — Thermography — Part 1: General procedures.
- Kathickaya, S., Celebioglu, C., Eren, L., & Askar, M. (2024). Thermal image-based fault diagnosis in induction machines via self-organized operational neural networks. *arXiv preprint*. <https://arxiv.org/abs/2402.10312>
- Osornio-Rios, R. A., Antonino-Daviu, J. A., & Romero-Troncoso, R. D. J. (2021). Recent industrial applications of infrared thermography: A review. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15, 615–625. <https://doi.org/10.1109/TII.2018.2846063>
-

- Pérez, C. J. M., Rangel-Magdaleno, J., Peregrina-Barreto, H., et al. (2021). Fault diagnosis of induction motor bearings using thermal images and machine learning. *IEEE Sensors Journal*, 21, 1727–1734. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2020.3015868>
- Phuc, P. N., Bozalakov, D., Vansompel, H., & Stockman, K. (2021). Rotor temperature virtual sensing for induction machines using a lumped parameter thermal network and dual Kalman filtering. *IEEE Transactions on Energy Conversion*. <https://doi.org/10.1109/TEC.2021.3060478>
- Qu, X., Chen, Y., & Lin, H. (2020). Application of infrared thermography in predictive maintenance of electrical systems. *International Journal of Electrical Engineering*, 18(3), 250–259.
- Resendiz-Ochoa, E., Calderon-Urbe, S., Morales-Hernandez, L. A., Perez-Ramirez, C. A., & Cruz-Albarran, I. A. (2024). Multiple electromechanical-failure detection in induction motor using thermographic intensity profile and artificial neural network. *Machines*, 12(12), 928. <https://doi.org/10.3390/machines12120928>
- Sociedad, E. T., González, P., & Torres, R. (2021). Inspecciones térmicas en calderas industriales: análisis de pérdidas por aislamiento. *Revista Mantenimiento Predictivo*, 8(1), 44–55.
- Xia, X. (2021). Infrared thermography-based diagnostics on power equipment: State of the art. *High Voltage*. <https://doi.org/10.1049/hve2.12102>
- Zarghani, A., Torkaman, H., Arbab, N., & Toulabi, M. S. (2022). Lumped parameter thermal network for thermal analysis of a rotor-excited axial flux switching machine. *Measurement*, 193, 110971. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2022.110971>
-